



# SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUS

Neljännesvuosiraportti 1/2006

Erja Kainulainen (toim.)

# SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUS

Neljännesvuosiraportti 1/2006

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 952-478-140-9 (nid.) Dark Oy, Vantaa 2006  
ISBN 952-478-141-7 (pdf)  
ISBN 952-478-142-5 (html)  
ISSN 0781-2884

*KAINULAINEN Erja (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2006. STUK-B-YTO 248. Helsinki 2006. 27 s. + liitteet 3 s.*

**Avainsanat:** painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, ydinjätehuolto, ydinmateriaalit, valmiustoiminta, lähialueyhteistyö, säteilyn käyttö, ympäristön säteilyvalvonta

## Tiivistelmä

Raportissa esitetään tietoja STUKin toimialalla yleistä mielenkiintoa herättäneistä säteily- ja ydinturvallisuuden tapahtumista vuoden 2006 ensimmäiseltä neljännekseltä. Raportissa kerrotaan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista ja Suomen uuteen ydinvoimalaitoshankkeeseen kohdistuneista STUKin valvontatoimista. Raportti sisältää yhteenvedon Suomen ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyturvallisuudesta vuonna 2006. Lisäksi raportoidaan ydinjätehuollon, ydinmateriaalivalvonnan ja STUKin valmiustoiminnan tapahtumista. Teollisuuden ja terveydenhuollon säteilyn käytön ja ionisoimattoman säteilyn käytön osalta esitetään STUKin valvontatoiminnan tapahtumia. Raporttiin on koottu yhteenvedot STUKissa tehtävän ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista ja STUKissa valmistuneista tutkimuksista ensimmäiseltä vuosineljännekseltä.

Olkiluoto 1 ja Loviisa 1 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 2:lla tuotanto keskeytyi kaksi kertaa lyhyeksi aikaa sekundääripiirin venttiilivuodon korjauksen vuoksi. Olkiluoto 2:lla oli lyhyt tuotantokatkos laitevian vuoksi. Laitosyksiköillä vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. Olkiluoto 3:n valvonnassa erityishuomiota kiinnitettiin pohjalaatan betonoinnissa todettuihin poikkeamiin.

STUK teki ydinmateriaaleja koskevat tarkastukset sekä Olkiluodon että Loviisan voimalaitoksilla IAEA:n ja komission (Euratom) tarkastusten yhteydessä.

Vuosineljänneksellä ei ollut yhtään säteilyn käytön tapahtumaa, joka olisi vaarantanut työntekijöiden tai potilaiden turvallisuuden.

Vuoden 2006 ensimmäisellä neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aihetta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi. Säteilystilanne Suomessa oli normaali koko vuosineljänneksen ajan.

Raportissa selvitetään myös Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten käyttötapauksia. Mikään tapahtumista ei vaarantanut laitosyksiköiden turvallisuutta.

Raportin lopussa esitetään tiivistelmät vuosineljänneksen aikana valmistuneista STUKin tutkimushankkeista.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisa 1 ja 2	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.1.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2005	8
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	10
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	10
2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2005	12
2.3 Olkiluoto 3	14
3 YDINJÄTEHUOLTO	15
4 YDINMATERIAALIVALVONTA	16
5 SÄTEILYN KÄYTTÖ	17
5.1 Ionisoiva säteily	17
5.2 Ionisoimaton säteily	18
6 VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA	19
6.1 Ulkoinen säteily	19
6.2 Ilman radioaktiivisuus	20
6.3 Poikkeavat säteilyhavainnot	20
7 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	21
7.1 Yhteydenotot STUKin päivystäjään	21
7.2 Muut merkittävät valmiustoimintaan liittyvät asiat	21
8 TUTKIMUS	22
8.1 Valmistuneet hankkeet	22
8.2 Ilmestyneet artikkelit ja raportit	25
9 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET	26
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	28
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	29
LIITE 3 VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA STUKISSA	30

# 1 Johdanto

Säteilyturvakeskus (STUK) on turvallisuusviranomainen, joka valvoo säteilytoiminnan ja ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Turvallisuusvalvonnan ja valmiustoiminnan tueksi sekä säteilyn terveyshaittoja ja luonnonsäteilyä koskevan uuden tiedon tuottamiseksi STUK harjoittaa alansa tutkimustoimintaa. STUK tuottaa lisäksi alansa mittaus- ja asiantuntijapalveluja. STUKin toiminta-ajatuksena on ihmisten, yhteiskunnan, ympäristön ja tulevien sukupolvien suojeleminen säteilyn haitallisilta vaikutuksilta.

STUK julkaisee neljännesvuosittain raportin, jossa kuvataan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käyttöä sekä turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevat yleistiedot ovat liitteessä 1. Tarpeen mukaan raportoidaan muiden maiden ydinvoimalaitosten merkittävistä tapahtumista. Raportissa

kuvataan myös valvontatoimenpiteitä, joita STUK on kohdistanut Suomen uuteen ydinvoimalaitokseen. Raportissa esitetään Suomen ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia asioita ja raportoidaan STUKin valmiustoiminnasta. Lisäksi raportissa kerrotaan ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käyttöön liittyvistä merkittävistä tapahtumista ja STUKin valvontatoimista säteilyn käytön turvallisuusvalvonnassa. Raportti sisältää myös yhteenvedot STUKin toteuttaman valtakunnallisen ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista ja vuosineljänneksellä valmistuneista STUKin tutkimushankkeista.

Raportti perustuu STUKin valvontatoimintansa, valmiustehtävässään sekä lähialueyhteistyön koordinoinnissa saamiin tietoihin ja tekemiin havaintoihin. Tapahtumien turvallisuusmerkityksen kuvaamisessa käytetään ydinlaitostapahtumien kansainvälistä INES-asteikkoa (International Nuclear Event Scale). INES-asteikko esitetään liitteessä 2.

## 2 Suomen ydinvoimalaitokset

*Timo Eurasto, Tarja K. Ikäheimonen, Erja Kainulainen, Seppo Klemola, Nina Koivula, Jarmo Konsi, Tapani Koljander, Rauno Lehto, Suvi Ristonmaa, Heikki Saarikoski, Petteri Tiippa, Vesa-Pekka Vartti*

### 2.1 Loviisa 1 ja 2

#### 2.1.1 Käyttö ja käyttötapahumat

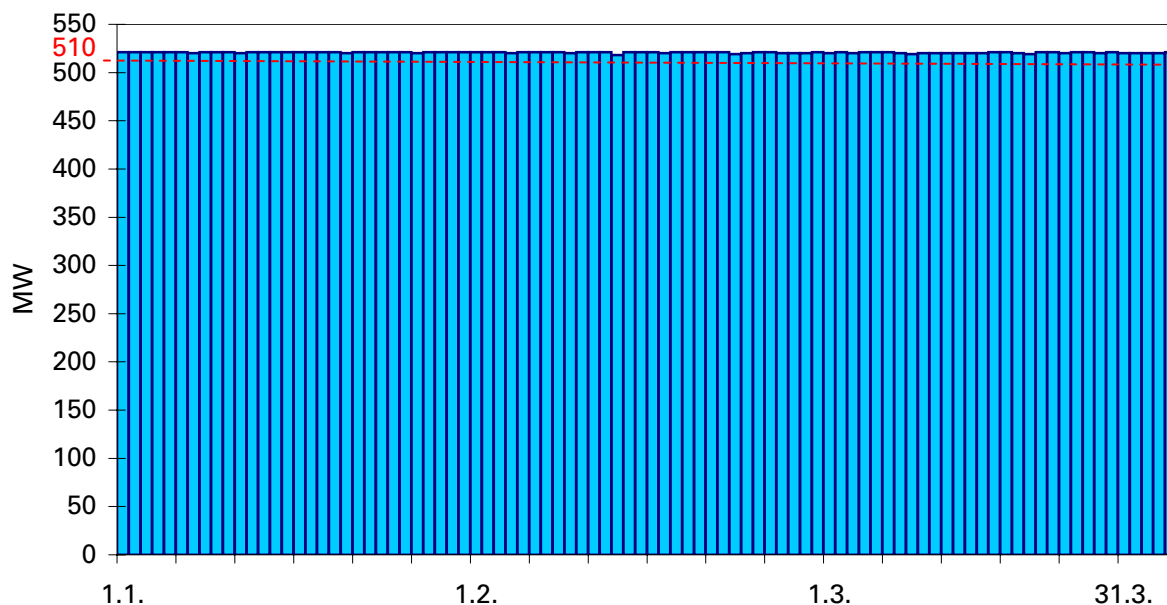
Loviisan kummatkin laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 102,0 % ja Loviisa 2:n 100,7 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvis- sa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit esite- tään kuvissa 1 ja 2.

#### **Loviisa 2:n seisokit sekundääripiirin venttiilivuodon korjaamiseksi**

Keskiviikkona 8.2.2006 todettiin Loviisa 2:n höy- rystintilassa pieni vuoto, joka havaittiin reaktorin

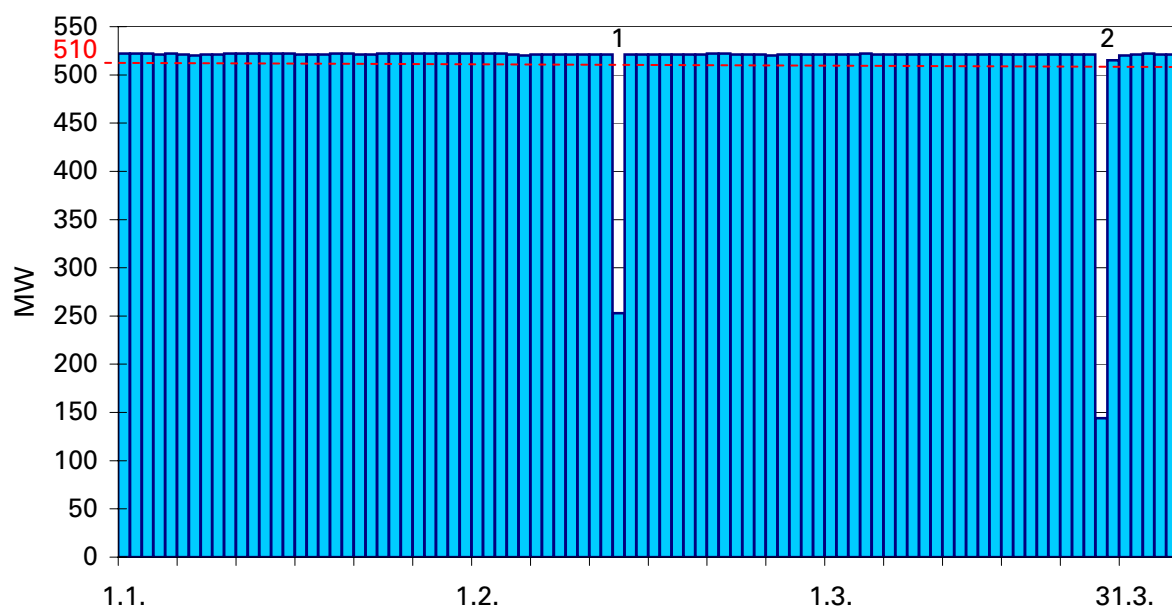
suojarakennuksen ilman kosteuden nousun pe- rusteella. Vuotokohtaa selvitettiin höyrystintilaan tehdyillä tähystyksillä ja vuodosta lattiakaivoihin kertyvän veden määrän sekä ilman kosteuden ja lämpötilan seurannalla. Ilma- ja vesinäytteet osoit- tivat vuodon olevan sekundääripuolella ja tähys- tyksessä vuotopaikaksi todettiin syöttövesilinjan takaiskuventtiilin kansi. Vastaavissa venttiileissä on ollut vuotoja aikaisemminkin, viimeksi loka- kuussa 2004. Koska kokemusten mukaan vuoto saattaa kasvaa nopeasti, päätettiin korjaus tehdä sunnuntaina 12.2.2006. Laitosyksikkö ajettiin kor- jaustyön ajaksi alikriittiseksi ns. käynnistystilaan, koska vuotava venttiili oli höyrystintilassa, jossa laitoksen tehokäytön aikana on korkea säteilytaso ja jonne pääsy käytön aikana on kielletty. Vuotava venttiili korjattiin tiivistemassalla tiivistämällä. Samassa syöttövesilinjan takaiskuventtiilissä to- dettiin 25.3.2006 uudelleen vuoto, joka korjattiin lisäämällä tiivistemassaa. Väliaikaisesti korjat- tu takaiskuventtiili kunnostetaan vuosihuollossa 2006, jolloin sen tiivisteet vaihdetaan tai venttiilin rakennetta muutetaan.

Lo 1, 1/2006



**Kuva 1.** Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2006.

Lo 2, 1/2006



1. Syöttövesilinjan takaiskuventtiilin vuodon korjaus käynnistystilassa (kuvaus tässä luvussa).

2. Syöttövesilinjan takaiskuventtiilin vuodon korjaus käynnistystilassa (kuvaus tässä luvussa).

**Kuva 2.** Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2006.



## 2.1.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2005

### Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2005 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 6,6 TBq, mikä on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote argon 41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 0,06 MBq, mikä on alle miljoonasosa asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 0,1 GBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,2 TBq ja hiili 14 -päästö ilmaan noin 0,3 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 14 TBq on noin 9 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 0,9 GBq, mikä on noin 0,1 % päästörajasta.

Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 mikroSv. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,06 mikroSv eli alle 0,1 % asetetusta rajasta.

Kuvassa 3 esitetään jalokaasu- ja jodipäästöt ilmaan vuosina 1996–2005 ja kuvassa 4 päästöt mereen vuosina 1996–2005. Laskennalliset säteilyannokset vuosilta 1996–2005 esitetään kuvassa 5.

### Ympäristön säteilyvalvonta

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määritykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja

ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

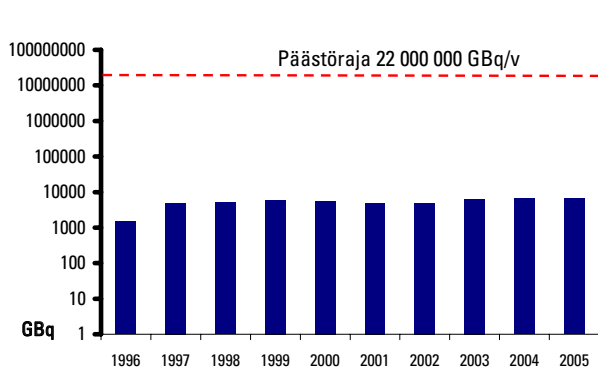
Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin valvontaohjelman mukaisesti yhteensä 310 näytettä. Loviisan ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin yhdeksässä sedimentoituvan aineksen näytteessä, kahdeksassa vesikasvinäytteessä, viidessä laskeumanäytteessä, kolmessa merivesinäytteessä ja yhdessä pohjaeläinnäytteessä.

Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin 21 näytteessä. Näytteissä havaittiin myös hopea 110m (17 havaintoa), koboltti 58 (5 havaintoa), antimoni 124 (5 havaintoa), tritium (3 havaintoa) ja mangaani 54 (2 havaintoa). Yhdessä vesikasvinäytteessä esiintyi lisäksi rauta 59, sirkonium 95, niobium 95 ja telluuri 123m.

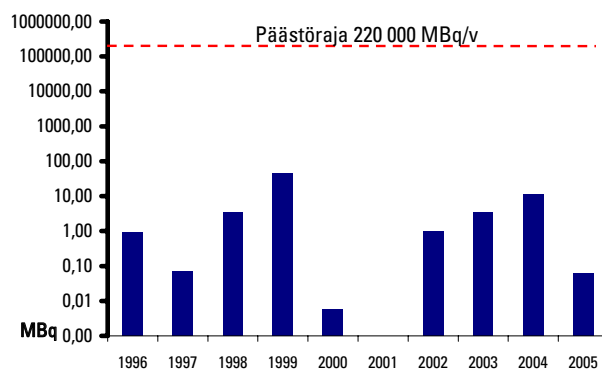
Kaikkien edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Ympäristönäytteissä havaitaan edelleen myös Tshernobylin onnettomuudesta ja ydinasekoekiden laskeumasta peräisin olevia radioaktiivisia strontium-, cesium- ja plutonium-isotooppeja (strontium 90, cesium 134 ja 137, plutonium 238, 239 ja 240). Lisäksi näytteissä esiintyy luonnon radioaktiivisia aineita (mm. beryllium 7, kalium 40 sekä uraani ja torium hajoamistuotteineen), joiden pitoisuudet ko. näytteissä ovat yleensä suurempia kuin voimalaitokselta tai laskeumasta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden.

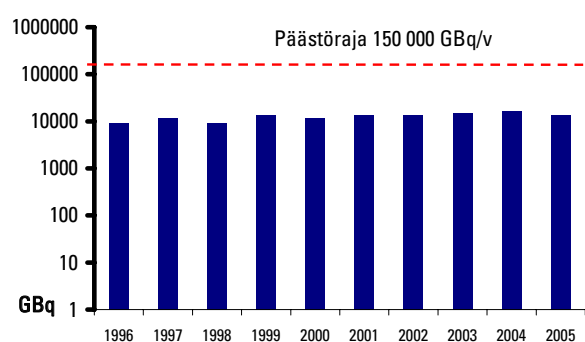
Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristössä on 15 jatkuvatoimista mittausasemaa kahden ja viiden kilometrin etäisyyksillä laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ydinvoimalaitosten ympäristöön on sijoitettu annosmittareita kymmeneen pisteeseen.



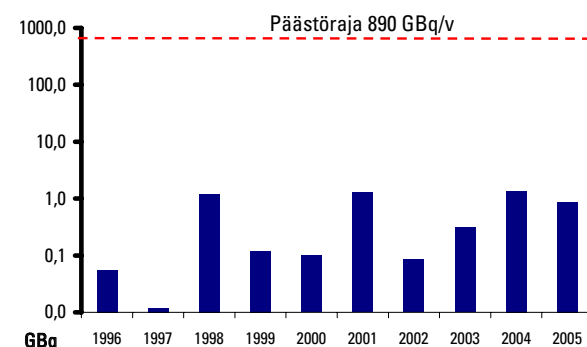
Jalokaasut krypton-87-ekvivalentteina



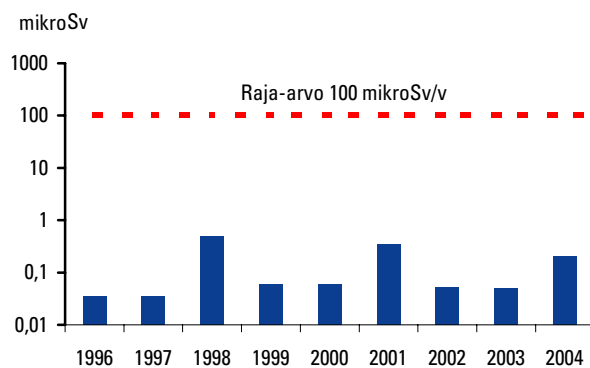
Jodipäästöt jodi-131-ekvivalentteina. Vuonna 2001 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

**Kuva 3.** Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Loviisan laitokselta.

Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

**Kuva 4.** Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Loviisan laitokselta.**Kuva 5.** Altistuneimman väestön osan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Loviisan laitoksen ympäristössä.

## 2.2 Olkiluoto 1 ja 2

### 2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon laitosyksiköt 1 ja 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 101,5 % ja Olkiluoto 2:n 100,7 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 6 ja 7.

### Ohjaajien enimmäistuntimäärän ylitys Olkiluoto 1:llä

Olkiluodon laitosyksiköiden ohjaajat siirtyivät vuoden 2006 alusta lähtien 12 tunnin työvuoroihin. Uuden vuorojärjestelmän mukaan ohjaajilla on normaalisti peräkkäin vain kaksi yövuoroa. Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) enimmäistuntimääräksi rajattiin enintään 16 tuntia 24 tunnin aikana, enintään 24 tuntia 48 tunnin aikana ja enintään 72 tuntia 7 vuorokauden aikana.

Olkiluoto 1:llä ohjaaja jäi 21.2.2006 sairauden vuoksi pois yövuorosta ja päivävuoron ohjaaja jatkoi omaa vuoroaan neljän tunnin ajan päivätyötä tekevänsä sijaisen tulon saakka. Koska vuoroaan jatkanut ohjaaja oli ollut päivävuorossa myös edellisenä päivänä, hänen työaikansa ylitti enimmäistuntimäärän neljällä tunnilla. Samanlainen ylitys toistui hänen kohdallaan myös seuraavassa yövuorossa. Sijaiseksi tullut henkilö oli tehnyt päivätyössään 9-tuntisen päivän, joten hänen työaikansa ylitti TTKE:ssä asetetun työaika rajoituksen yhdellä tunnilla.

Molemmat enimmäistuntimäärien ylityksiä tehneet ohjaajat olivat levänneet edellisenä yönä normaalisti ja saivat ennen seuraavaa työvuoroaan riittävät lepoajat. Yksittäisenä tapahtumana asialla ei ole merkitystä turvallisuuden kannalta.

Vuoropäälliköiden mahdollisuudet seurata

työaikojen pitkittymisiä todettiin puutteellisiksi. Lisäksi TTKE:n työaika rajoitukset soveltuivat huonosti 12 tunnin vuorojärjestelmään.

Voimayhtiö on ottanut käyttöön Olkiluodon laitosyksiköiden valvomoissa seurantalistaa varmistamaan, että välttämättömät työvuorojärjestelmästä poikkeamiset noudattavat TTKE:n rajoituksia. Lisäksi enimmäistuntimääräksi on päivitetty vastaavien, lähellä vuoronvaihtoa tapahtuvien yllättävien tapausten varalta enintään 16 tuntia 24 tunnin aikana, enintään 28 tuntia 48 tunnin aikana ja enintään 76 tuntia 7 vuorokauden aikana.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

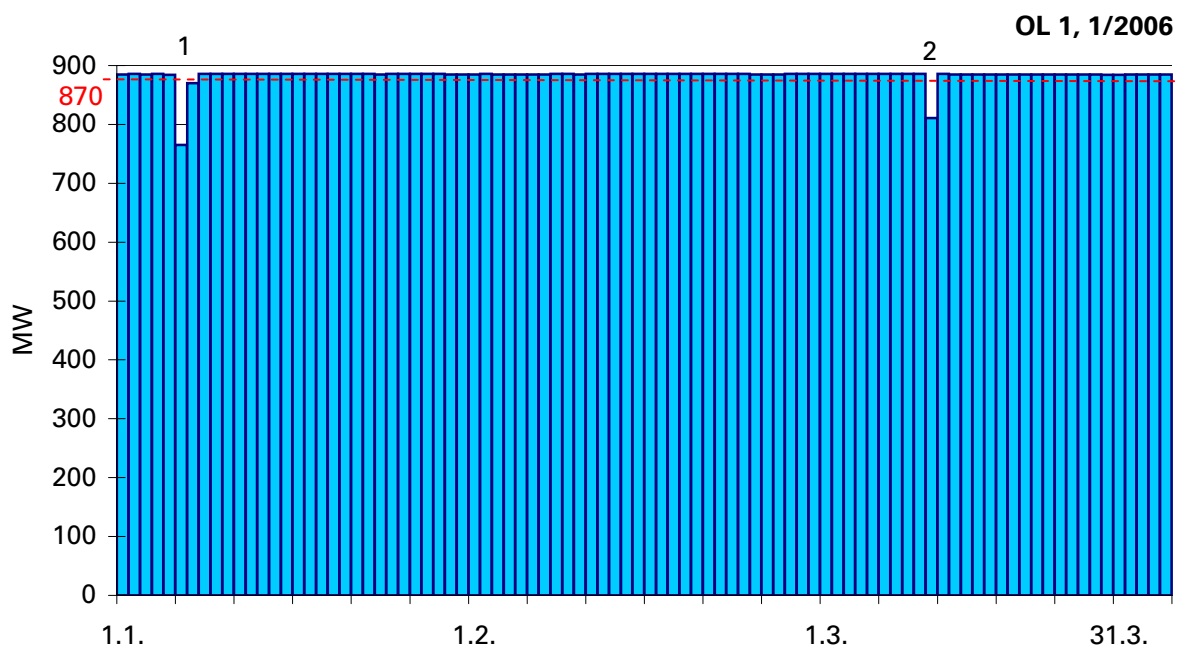
### Apusyöttövesijärjestelmän varoventtiilin koestuksessa tapahtunut suunnittelupaineen ylitys Olkiluoto 2:lla

Olkiluoto 2:lla tehdyssä apusyöttövesijärjestelmän varoventtiilin määrääaikaiskoestuksessa tapahtui sallitun paineen ylitys 8.2.2006. Osaan putkistosta sekä muutama venttiiliin kohdistui korkeampi paine kuin niille on alun perin tarkoitettu.

Koestuksessa tietty osa putkistosta suljetaan venttiileillä ja koestettavaan varoventtiiliin saadaan tarvittava paine järjestelmän mäntäpumpun avulla. Varoventtiili avautui oikeassa paineessa oikealla tavalla, mutta kasvatettaessa varoventtiilin läpi menevää virtausta paine kohosi yli sallittujen arvojen. Koestus jouduttiin keskeyttämään. Muut kolme apusyöttövesijärjestelmän haaraa olivat tapahtumahetkellä käyttökuntoisia.

Koestuksessa käytetty varoventtiili vaihdettiin uuteen ja viallisesti toimineen tutkimukset aloitettiin välittömästi. Varoventtiilin avautumispaine oli säädetty aikaisemmin testilaitteistolla ja venttiiliin todettiin toimivan edelleen siltä osin moitteettomasti. Huollon yhteydessä venttiilin sisälle oli vaihdettu uusi kara, jossa todettiin olevan mittapoikkeamia. Lopullisessa tutkimuksessa todettiin, että mittapoikkeamien takia varoventtiili ei pääse suurilla virtauksilla avautumaan tarpeeksi ja sen seurauksena paine kasvaa putkistossa.

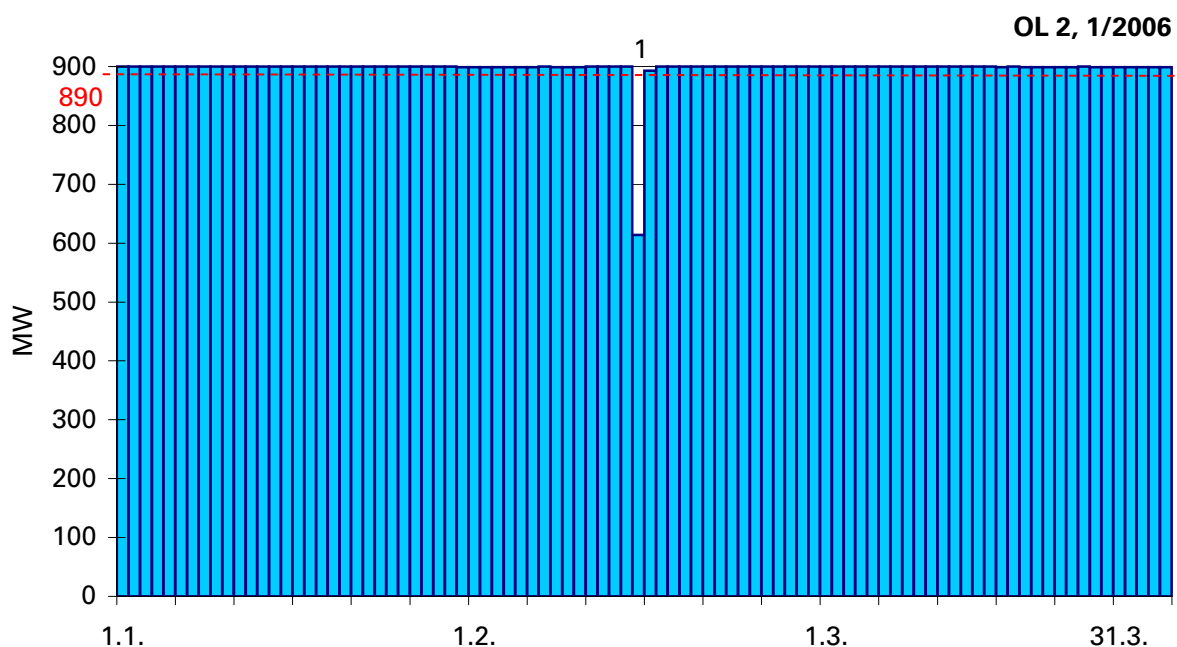
Suunnittelupaineen ylityksen takia voimayhtiö teki lujuustekniset tarkastelut niille komponenteille ja sille putkistonosalle, johon korkea paine kohdistui. Paineen ylitys ei ollut vahingoittanut putkistoa eikä sen komponentteja ja järjestelmä on käyttökuntoinen.



1. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita ja liukurengastiivisteiden vaihto kahteen syöttövesipumppuun.

2. Tehonalennusta vaatineita määräaikaiskokeita ja syöttövesipumpun liukurengastiivisteiden vaihto.

**Kuva 6.** Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2006.



1. Elektroniikkakortin vikaantumisen aiheuttama turbiinipikasulku (kuvaus tässä luvussa).

**Kuva 7.** Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2006.

## **Turbiinipikasulku Olkiluoto 2:lla**

Olkiluoto 2:lla tapahtui 14.2.2006 turbiinin pikasulku turbiinin valvontajärjestelmän elektroniikkakortin vikaantumisen takia. Laitoksen suojaus- ja säätöautomaattikka rajoitti reaktorin tehoa suunnitellusti, eikä muita merkittäviä vikoja ilmennyt häiriön aikana.

Turbiinin valvontajärjestelmän elektroniikkakortin vikaantuminen aiheutti turbiinin pikasulun, reaktorin osittaisen pikasulun ja pääkiertopumppujen ajon minimikierroksille. Reaktorin teho laski noin 30 %:iin ja turbiinilaitos jäi ohitusajolle. Alkuperäiseen, vuonna 1979 asennettuun elektroniikkakorttiin tullutta vikaa ei ole vielä selvitetty. Turbiinin valvontajärjestelmä ei tältä osin ole moninkertainen, eikä se siten siedä yksittäisen laitteen vikaantumista. Järjestelmässä ei ole aiemmin esiintynyt vikoja tai vanhenemista. Järjestelmän uusinta on suunniteltu tehtäväksi vuonna 2010.

Turbiinin pikasulun jälkeen veden pinta reaktorissa nousi nopeasti normaalia korkeammalle. Reaktoriohjaaja otti syöttövesipumput käsiä ajolle ja vähensi syöttövesivirtausta, jotta pinta ei nousisi ja aiheuttaisi varsinaista reaktorin pikasulkua. Ohjaaja palautti pumput automaattikalle, kun reaktoriveden pinta oli laskenut hieman normaali- korkeuden alle. Pinnankorkeuden säätäjä tulkitsi laskeneen pinnan siten, että syöttöveden tarve on suuri. Nopea virtauksen lisäys aiheutti nopean pumppujen imupaineen laskun laukaisurajalle. Paineen lasku oli kuitenkin niin lyhytaikainen, ettei se johtanut pumppujen suojauksen laukeamiseen ja pumppujen pysähtymiseen. Pinnan nousu on normaalia tällaisessa tilanteessa, eikä ohjaajan olisi tarvinnut puuttua automaattikan toimintaan. Syöttövesiautomaattikka säätää pinnankorkeuden, mutta säädön hitaudesta johtuen pinnan muutokset ovat suurehkoja.

Tapahtuma osoitti, että pinnansäätöautomaattikkaa koskevaa ohjeistusta pitää kehittää. Järjestelmän toimintaa tullaan käsittelemään tarkemmin ohjaajien koulutuksessa. Lisäksi tapahtuman johdosta tunnistettiin kehityskohteita turbiinin valvontajärjestelmässä ja häiriötilanteiden syöttövesisäädössä. Syöttövesisäädön parantamista varten voimayhtiö on perustanut työryhmän.

Voimayhtiö toimitti tapahtumasta yksityiskoh- taisen selvityksen STUKille. Tapahtumalla ei ollut

turvallisuusmerkitystä, mutta se paljasti kehi- tyskohteita niin laitostekniikassa kuin ohjaajien toimintatavoissa häiriötilanteissa.

## **2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2005**

### **Radioaktiivisten aineiden päästöt**

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2005 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan oli- vat noin 0,2 TBq, mikä on noin sadastuhannesosa asetetusta rajasta. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 69 MBq, mikä on noin 0,06 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 38 MBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,3 TBq ja hiili 14 päästö ilmaan noin 0,7 TBq. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 2 TBq on noin 11 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,7 GBq, mikä on noin 0,2 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta. Kuvassa 8 esitetään jalokaasu- ja jodi- päästöt ilmaan vuosina 1996–2005 ja kuvassa 9 päästöt mereen vuosina 1996–2005.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,06 mikroSv eli alle 0,1 % valtioneuvos- ton päätöksessä asetetusta rajasta (100 mikroSv). Laskennalliset säteilyannokset vuosilta 1996–2005 esitetään kuvassa 10.

### **Ympäristön säteilyvalvonta**

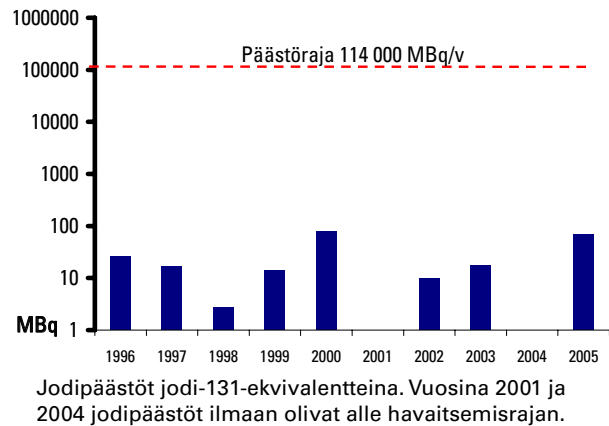
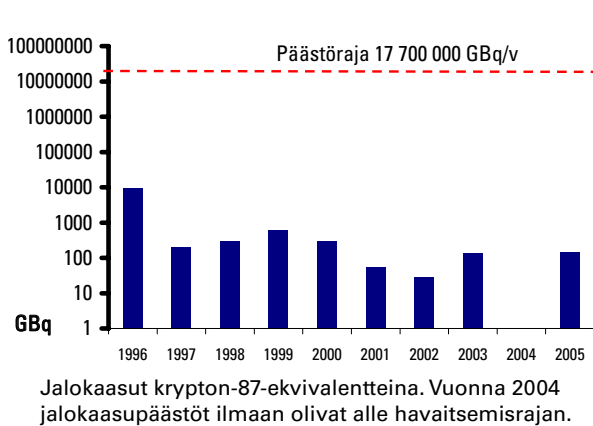
Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määri- tykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Valvontaohjelman mukaisesti Olkiluodon ydin- voimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin 298 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräi- sin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin 12 ve- sikasvinäytteessä, 11 sedimentoituvan aineksen näytteessä, kahdessa ilmanäytteessä, kahdessa pohjaeläinnäytteessä ja kahdessa merivesinäyt- teessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivi- nen aine oli koboltti 60, jota havaittiin 27 näyt- teessä. Kobolttin lisäksi havaittiin mangaani 54

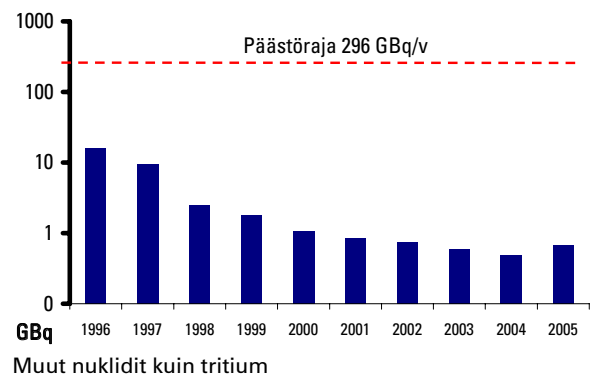
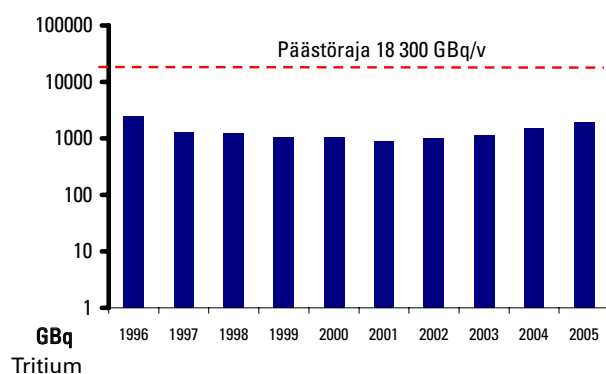
(4 havaintoa), tritium (2 havaintoa) ja koboltti 58 (1 havainto). Yhden maitonäytteen cesium 137 -pitoisuus oli normaalia korkeampi. Tämä aiheutui todennäköisesti Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevasta laskeumasta.

Kaikkien edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

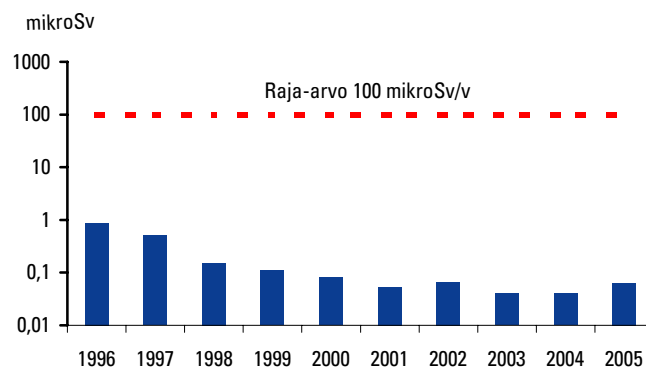
Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi on Olkiluodon ydinvoimalaitosten ympäristöön sijoitettu 10 jatkuvatoimista säteilyannosnopeuden mittausasemaa noin 5 km etäisyydelle laitoksista. Asemien mittaukset siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ympäristössä on 11 annosmittaria.



**Kuva 8.** Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Olkiluodon laitokselta.



**Kuva 9.** Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Olkiluodon laitokselta.



**Kuva 10.** Altistuneimman väestön osan yksilölle laskemalla arvioitut säteilyannokset Olkiluodon laitoksen ympäristössä.

## 2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2006 ensimmäisellä neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä pääkomponenttien valmistuksen ja rakennustöiden valvontaa. Erityishuomiota kiinnitettiin pohjalaatan betonoinnissa todettuihin poikkeamiin.

Olkiluoto 3:n pohjalaatan betonointivaiheessa syksyllä 2005 havaittiin betonimassan koostumuksessa vaihtelua, jonka syyksi osoittautui betonin vesi-sementtisuhteen muuttuminen valun aikana. Laitostoimittaja raportoi asiasta Teollisuuden Voima Oy:lle ja STUKille helmikuun 2006 alussa ja esitti alustavan arvion betonimassan koostumuksen vaihteluiden vaikutuksista betonirakenteiden lujuuteen ja pitkäaikaiskestävyyteen. Laitostoimittaja raportoi myös betonin valmistuksessa todetuista puutteista, joiden takia betonin tuotanto oli keskeytettynä helmi-maaliskuun aikana. Tuotanto pääsi jatkumaan tarkastuksen jälkeen maaliskuun puolivälissä, kun betoniasemalle oli hankittu täydentävää laitteistoa, betoniaseman laadunvarmistus- ja valmistusohjeita oli täydennetty ja betoniaseman henkilökunnalle oli annettu täydennyskoulutusta.

Turvallisuusrakennusten 2 ja 3 pohjalaatassa on betonimassasta tehtyjen koekappaleiden perusteella todettu betonin lujuudessa noin 2 %:n ali-

tus suunniteltuun tasoon nähden. Betonin lujuus varmennetaan vielä porausnäyttein. Muilta osin pohjalaatan betonin lujuudessa ei ole todettu alituksia. Pohjalaatan betoni lujittuu vielä ensimmäisen vuoden aikana noin 10 %, joten pohjalaatan tavoiteltu lujuustaso tulee ylittymään riittävällä marginaalilla myös turvallisuusrakennusten 2 ja 3 osalta. Betonin lujuuden varmentavat selvitykset jatkuvat kevään aikana.

Betonirakenteen pitkäaikaiskestävyyden varmistamiseksi on tärkeää estää pohjaveden haitallisten aineiden pääsy kosketuksiin betonite-rästen kanssa. Pohjaveden kloridit ja sulfaatit aiheuttavat terästen korroosiota. Selvitykset betonirakenteiden kloridi- ja sulfaattikestävyydestä ovat vielä kesken. Pohjaveden pääsy pohjalaatan ympärille on estetty rakentamalla salaojajärjestelmä pohjalaatan alla olevan tasausbetonikerroksen alle. Pohjalaatan betonin karbonisoitumisen eli hiilidioksidin vaikutuksen osalta pitkäaikaiskestävyys on alustavien arvioiden mukaan riittävä. Olkiluoto 3:n työmaalla todettujen betonin laatu-ongelmien johdosta STUK perusti tutkintaryhmän selvittämään turvallisuusvaatimusten hallintaa ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheen hankinnoissa. Tutkintaryhmä selvittää esimerkkitapausten avulla mahdollisia laadunhallintapuutteita toimittajien valinnoissa ja valvonnassa. Tutkinnan tulokset on tarkoitus julkaista heinäkuussa.

### 3 Ydinjätehuolto

*Esko Ruokola, Risto Paltemaa*

Vuoden ensimmäisellä neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan rakentamisen ja Posivan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyön valvontaa. Valvontaan kuuluu tarkastuskäyntejä, säännöllisiä seurantakokouksia sekä raporttien ja suunnitteluaineistojen tarkastusta.

Posiva Oy jatkoi maanalaisen tutkimustilan louhimista edellisen urakkasopimuksen purkamisen jälkeen. Posiva toimii nyt itse päätoteuttajana ja rakentamisen ja sen laadun valvojana. Aiotunnelin rakentamisen lisäksi valmisteltiin uuden ilmanvaihtokuilun tekemistä nousuporauksen menetelmällä. Tutkimustilan rakentamisen valvonta päätettiin organisoida uudelleen STUKissa ja neljänneksen aikana valmisteltiin uusia valvontamenettelyjä. Rakentamisen ja varmentavien

sijoituspaikkatutkimusten valvontaan keskittyvän projektin toiminta alkoi maaliskuun alussa.

Loviisan voimalaitoksella on käytettyjä ioninvaihtohartseja, haihdutusjätteitä ja muita nestemäisiä radioaktiivisia jätteitä säilytetty voimalaitosalueella olevassa säiliövarastossa. Fortum Power and Heat Oy on aloittamassa nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitoksen koekäytön ja viimeistelee Loviisan voimalaitosalueen kallioperässä sijaitsevaa kiinteytettyjen jätteiden loppusijoitustilaa. Kallioluolaan on rakenteilla teräsbetoninen allas, johon sementtiin kiinteytetyt jätepakkaukset sijoitetaan. Yhtiö toimitti vuoden ensimmäisellä neljänneksellä loppusijoitustilaa koskevan turvallisuusperusteluaineiston STUKille hyväksyttäväksi.



## 4 Ydinmateriaalivalvonta

*Marko Hämäläinen*

Vuoden 2006 ensimmäisellä neljänneksellä STUK teki Olkiluodon voimalaitoksella ydinmateriaaleja koskevat määräaikaistarkastukset yhdessä IAEA:n ja EU:n komission kanssa ja tarkasti Olkiluodon voimalaitoksella olevan muu ydinmateriaali -inventaarin. Määräaikaistarkastuksen yhteydessä Olkiluoto 2:n polttoainealtaissa olleita nippuja ei voitu tarkastaa polttoaineen siirtokoneen ennalta ilmoittamattoman huoltotyön vuoksi, mistä johtuen STUK ja IAEA tekivät ylimääräisen tarkastuksen. Olkiluodon voimalaitokselle annettiin huomautus ennakoilmoitusten toimittamatta jättämisestä. Voimalaitos päivittää ydinmateriaalin kirjanpito- ja valvontakäsikirjaansa siten, että vastaavaa tiedon kulun katkosta ei tulevaisuudessa tapahtuisi. Olkiluodon voimalaitoksen ”muu ydinmateriaali” -listaukseen voimayhtiön edellytettiin sisällyttävän yksikäsitteiset tiedot muun ydinmateriaalin sijaintipaikoista ja sisällöstä laitoksella.

Loviisan voimalaitoksella STUK teki määräaikaistarkastukset yhdessä IAEA:n ja EU:n komission kanssa ja todensi ainetta rikkomattomin mittauksin (EFORK) käytetyn polttoaineen varaston inventaarin. Loviisan määräaikaistarkastuksen yhteydessä komission valvontakamerat korvattiin IAEA:n valvontakameroilla. Loviisan osalta tarkastuksissa ei todettu huomautettavaa.

STUK antoi lausunnon kauppa- ja teollisuusministeriölle Fortum Nuclear Service Oy:n vientilupahakemuksesta, joka koski tietoaaineiston vientiä Libyaan. STUK myönsi Fortum Power and Heat Oy:lle luvan tuoda maahan neutronivuoantureita Kanadasta sekä Teollisuuden Voima Oy:lle yhteen kolme lupaa tuoda maahan säätösauvoja USA:sta ja Ruotsista sekä polttoaineen tarkastuslaitteiston testauksessa ja kalibroinnissa käytettäviä

zirkonium-sauvoja Espanjasta. STUK hyväksyi myös kaksi tuoreen polttoaineen kuljetussuunnitelmaa ja kolme tuoreen polttoaineen kuljetuspakauksen rakennetyyppejä. Olkiluoto 2:lle tuotiin helmikuussa 120 ja maaliskuussa 6 tuoretta polttoainennippua Ruotsista ja Olkiluoto 1:lle maaliskuussa 116 tuoretta polttoainennippua Espanjasta.

Sekä Olkiluodon että Loviisan ydinlaitosten yhteyshenkilöt toimittivat IAEA:n valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisen laitosalueen kuvauksen päivitykset STUKiin helmi-maaliskuussa. STUK tarkasti toimitetut kuvaukset ja toimitti ne EU-komissiolle, joka toimittaa kyseiset ilmoitukset IAEA:lle.

Posiva Oy:n loppusijoituslaitoksen maanalaisten tilojen rakentaminen Olkiluodossa eli ONKALO-hanke on ydinmateriaalivalvonnan piirissä. STUK tarkastaa, että rakennetut tilat vastaavat Posivan ydinsulkuvalvontaa varten toimittamia raportteja. Tarkastukset tehdään ennen kalliopintojen peittämiseen liittyviä ruiskubetonointeja. Helmikuussa tehdyssä tarkastuksessa kalliotilat todennettiin 820 m:iin asti. Suunnitellun ja toteutuneen louhinnan välisestä poikkeavuudesta annettiin Posivalle huomautus. Poikkeama koskee lastauskupriikkaa, jonka sijaintia on muutettu lastauksen kannalta edullisempaan paikkaan.

Suomen Tullilla on säteilyvalvontajärjestelmä, joka palvelee myös ydinmateriaalivalvontaa. Ensimmäisen vuosineljänneksen aikana ainoa merkittävä havainto oli Suomeen pyrkinyt säteilevä henkilö. Hänellä ei ollut todistusta mahdollisesta lääketieteellisestä hoidosta tai tutkimuksesta eikä hän pystynyt esittämään muutakaan selvitystä säteilyn syystä. Tulli toimi Säteilyturvakeskuksen suosituksen mukaisesti ja esti kyseisen henkilön pääsyn maahan.

## 5 Säteilyn käyttö

*Kari Jokela, Hilikka Karvinen, Maaret Lehtinen, Eero Oksanen,  
Ritva Parkkinen, Reijo Visuri*

### 5.1 Ionisoiva säteily

#### Säädösmuutokset

Säteilylakiin ja säteilyasetukseen tehtiin vuoden alussa muutokset, joilla pantiin toimeen Euroopan unionin neuvoston direktiivi korkea-aktiivisista umpilähteistä 2003/122/Euratom. Säteilylakiin lisättiin luku, jossa korkea-aktiivisten umpilähteiden käytölle ja käytöstä poistolle asetetaan entistä tarkempia vaatimuksia. Lain muutoksilla täsmennetään myös säteilylähteiden merkintöjä ja kirjanpitoa lähteistä, säteilylähteiden haltijoiden koulutusta sekä tuonti- ja vientimenettelyitä.

Laki säteilylain muuttamisesta (1179/2005) ja valtioneuvoston asetus säteilyasetuksen muuttamisesta (1264/2005) ovat luettavissa Finlexin sivuilla [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

#### STUKin päätökset

##### *Paloilmaisimien asennus ja huolto*

Säteilyturvakeskus vapautti 9.3.2006 säteilylain (592/1991) 17 §:n nojalla turvallisuusluvasta paloilmoinjärjestelmissä käytettävien radioaktiivista ainetta sisältävien paloilmaisimien asennuksen ja huollon (STUKin päätös 19/300/06).

Päätös koskee sellaisten paloilmaisimien asennusta ja huoltoa, jotka sisältävät radioaktiivista amerikum-isotooppia Am-241 enintään 40 kBq.

Asennus- ja huoltotoiminnan luvanvaraisuus todettiin tarpeettomaksi erityisesti siitä syystä, että käytöstä poistettujen palovaroittimien käsittely jätteenä on ilman STUKin myöntämää turvallisuuslupaakin varmistettu valtioneuvoston asetuksella sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta (852/2004).

Voimassa olevia paloilmaisimien asennusta ja huoltoa koskevia turvallisuuslupia oli vapauttamishetkellä 26 kpl. Luvat merkittiin lakkautetuiksi maaliskuussa 2006.

#### *Vertailutasot*

STUK asetti vuodenvaiheessa potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot yleisimmille lasten röntgentutkimuksille. Käytetty menetelmä on uusi ja sitä esiteltiin ensimmäisen kerran kansainvälisesti maaliskuussa ECR:n (European Congress of Radiology) kongressissa Wienissä. Menetelmän soveltamiseksi muissa maissa on osoitettu kiinnostusta.

#### Koulutuspäivät

Maaliskuussa pidettiin STUKin järjestämät vuosittaiset koulutuspäivät Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. Osanottajia oli noin 230.

#### Sädehoito

Tammikuussa STUK myönsi turvallisuusluvan uudelle sädehoitokeskukselle Poriin. Se on Suomen kymmenes keskus, jossa sädehoitoa annetaan lineaarikiihdyttimellä.

STUK teki sädehoidon valvontaan käyttämässä mittaumenetelmän laadun varmistamiseksi vertailumittauksia Uppsalan yliopistollisessa sairaalassa kliiniseen käyttöön tarkoitetuissa lineaarikiihdyttimen säteilykeiloissa. Tulokset osoittivat STUKin mittaustulosten olevan erittäin hyvin yhteneväiset ruotsalaisten mittaustulosten kanssa; erot olivat fotonikeiloissa enintään 0,3 % ja elektronikeiloissa enintään 0,6 %.

#### Seulontamammografia

STUK tiedotti helmikuussa säteilyn käyttäjiä digitaalisen kuvausmenetelmän käyttöönotosta seulontamammografiaan. Se vaatii muutosta toiminnanharjoittajan turvallisuuslupa. Muutosta haettaessa on esitettävä tiedot sekä kuvausmenetelmästä että -laitteista.

## 5.2 Ionisoimaton säteily

### **STUKin lausunto golfkentän sijoittamisesta alueelle, jonka halki kulkee voimansiirtojohtoja**

STUK antoi Inkoon kunnanhallituksen pyynnöstä lausunnon yleiskaavan muutosehdotuksesta Inkoon kunnan Ingarskilan ja Älkilän kylissä. Kaavamuutoksen tarkoituksena on mahdollistaa golfkentän rakentaminen alueelle.

Puoltavassa lausunnossaan STUK pitää suositeltavana, että asumiskäyttöön tarkoitettuja rakennuksia loma-asunnot mukaan lukien ei sijoitetaisi johtoalueelle eikä edes johtoalueen reunaan.

### **Uuden langattoman teknologian aiheuttamat radiotaajuiset kentät**

Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) terveysosasto on lähettänyt kuntien terveydensuojeluviranomaisille muistion langattoman teknologian (muun muassa matkapuhelimet, tukiasemat ja langattomat lähiverkot) aiheuttamista radiotaajuisista kentistä,

niille altistumisesta ja terveysvaikutuksista. STUK avusti ministeriötä muistion laadinnassa. Muistioon on koottu yhteenveto ympäristössä eri lähteistä peräisin olevista radiotaajuisista kentistä.

### **Pohjoismaisten säteilyturvaviranomaisten kannanotto solariumeista EU:n tieteelliselle komitealle**

EU-komissio on kiinnittänyt huomiota solariumlaitteiden kosmeettiseen käyttöön ja siihen liittyvään terveysriskiin, kun useat Euroopan maat ovat alkaneet soveltaa osittain erilaisia solariumeihin liittyviä rajoituksia. Tässä yhteydessä on myös herännyt huoli siitä, että solariumien eurooppalaisessa standardoinnissa ei tarpeeksi huomioitaisi kansanterveydellisiä näkökohtia ja että useimmissa Pohjoismaissa toteutettua solariumien tehokasta valvontajärjestelmää ja säädöksiä heikennettäisiin.

Pohjoismaiset viranomaiset esittivät yhteisen kannanoton solariumin käytöstä painotuksin, että solariumin käyttöä ruskettumiseen tulee välttää.

## 6 Valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvonta

*Raimo Mustonen*

Ympäristön säteilyvalvontaan kuuluu keinotekoisien säteilyn ja keinotekkoisten radioaktiivisten aineiden valvonta elinympäristössä. Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin. Voimassa olevan säteilyvalvontaohjelman sisältö on kuvattu liitteessä 3.

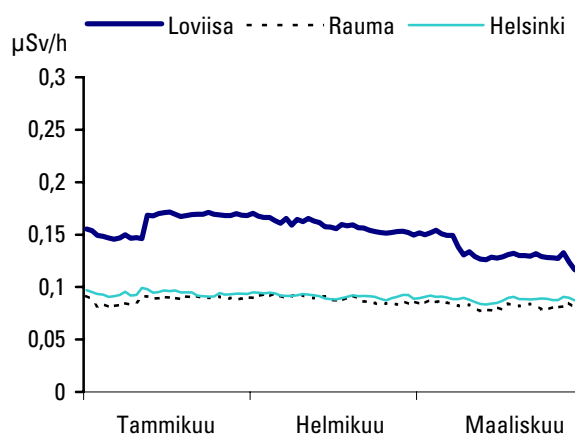
### 6.1 Ulkoinen säteily

Suomessa ulkoisen säteilyn annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla. STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen valvontaverkkoon kuuluu noin 290 GM-antureilla varustettua mittausasemaa. Kaikki mittausasemat on varustettu automaattisella hälytysjärjestelmällä, joka hälyttää mm. STUKin päivystävän säteilyasiantuntijan, jos säteilyn aiheuttama annosnopeus ylittää asetetun hälytysrajan.

Valvontaverkon uudistaminen on parhaillaan meneillään siten, että verkon kaikki mittausasemat ja niiden tiedonvälitys STUKiin ja alueellisiin hätäkeskuksiin uusitaan. Vuoden 2005 syksyllä

uusittiin Hämeen hätäkeskuksen alueella sijaitsevat valvonta-asetat ja parhaillaan uusiminen on menossa Länsi-Suomen läänissä.

Vuoden 2006 ensimmäisellä vuosineljänneksellä ei ilmennyt kohonneita säteilytasoja missään päin Suomea. Kuvassa 11 esitetään ulkoisen säteilyn annosnopeus (mikrosieverttiä tunnissa) Helsingissä, Loviisassa ja Raumalla. Päivittäiset annosnopeudet eri valvonta-asetilla raportoidaan STUKin verkkosivuilla ([www.stuk.fi/sateilytietoa/sateilytilanne](http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateilytilanne)).



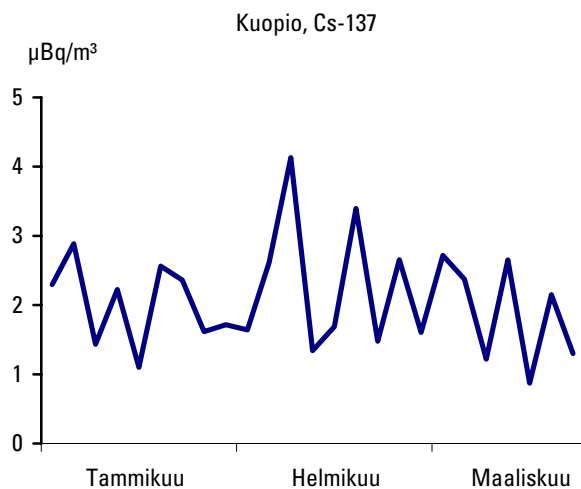
**Kuva 11.** Ulkoisen säteilyn annosnopeus kolmella paikkakunnalla vuoden 2006 ensimmäisellä vuosineljänneksellä.

## 6.2 Ilman radioaktiivisuus

STUK valvoo ulkoilman radioaktiivisten aineiden määriä kahdeksalla paikkakunnalla eri puolilla Suomea. Lisäksi molempien ydinvoimalaitosten ympäristössä - Loviisassa ja Olkiluodossa - on neljä voimayhtiöiden omaa valvonta-asemaa. STUK toteuttaa ilman radioaktiivisuuden valvontaa yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen ja puolustusvoimien kanssa.

Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan pumppaamalla suuri määrä ilmaa suodattimen läpi, johon ilmassa olevat radioaktiiviset aineet jäävät. Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset. Aktiivihilisuodatin puolestaan pidättää kaasumaisia aineita ja esim. radioaktiivista jodia. Suodattimet analysoidaan laboratorioissa. Käytetty menetelmä on äärimmäisen herkkä – jos kuutiometrissä ilmaa tapahtuu yksi radioaktiivinen hajoaminen kuukaudessa, voidaan se havaitaan.

Kuvassa 12 esitetään ulkoilman cesium-137 pitoisuudet Kuopion valvonta-asemalla vuoden 2006 ensimmäisellä vuosineljänneksellä (mikrobecque-



**Kuva 12.** Cesium-137 pitoisuus Kuopion valvonta-asemalla vuoden 2006 ensimmäisellä vuosineljänneksellä.

**Taulukko I.** STUKin valvonta-asemilla tehty poikkeavat havainnot ilman radioaktiivisuudessa vuoden 2006 ensimmäisellä vuosineljänneksellä.

Keräysjakso	Paikkakunta	Radionuklidi	Pitoisuus (µBq/m³)
4.–5.1.2006	Helsinki	Br-82	14
13.–22.2.2006	Kajaani	I-131	0,28
13.–20.2.2006	Kotka	I-131	0,85
20.–21.2.2006	Helsinki	I-131	1,6
20.–28.2.2006	Kotka	I-131	0,49

relliä kuutiometrissä ilmaa). Tänä päivänä cesium-137 on ainoa keinotekoinen radionuklidi, jota havaitaan säännönmukaisesti Suomen ilmatilassa. Se on jäämä vanhoista ilmakehässä tehdyistä ydinpommikokeista ja Tshernobylin onnettomuudesta.

## 6.3 Poikkeavat säteilyhavainnot

Vuoden 2006 ensimmäisellä vuosineljänneksellä havaittiin ilmassa neljä kertaa pieniä määriä lyhytikäistä jodi-131 isotooppia ja kerran lyhytikäistä bromi-82 isotooppia. Jodi-isotoopin alkuperää ei kuitenkaan voitu selvittää. Se voi olla peräisin joko jostain ydinlaitoksesta, sairaalasta tai radioaktiivisia lääkeaineita valmistavasta laitoksesta. Tällaisia erittäin pieniä jodi-131 pitoisuuksia havaitaan vuosittain muutaman kerran, eikä niillä ole mitään terveydellisiä haittavaikutuksia.

Tammikuun alussa havaittiin Helsingin ilmassa poikkeuksellisesti bromi-82 isotooppia. Havainto liittyi Vuosaaren maakaasuvoimalaitoksella tammikuun alussa tehtyyn merkkiainekokeeseen, jossa aktiivista etyylibromidia syötettiin kattiloihin meneviin maakaasuvirtauksiin. Havaittu bromi-82 pitoisuus oli niin pieni, ettei sillä ollut mitään terveydellisiä haittavaikutuksia lähiseudun asukkaisiin. Poikkeavat aktiivisuushavainnot ilmassa on esitetty taulukossa I.

## 7 STUKin valmiustoiminta

Anne Weltner

Vuoden 2006 ensimmäisellä neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aihetta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi.

### 7.1 Yhteydenotot STUKin päivystäjään

STUKin päivystäjään otettiin yhteyttä kaikkiaan 20 kertaa. Olkiluoto 2:ltä otettiin kerran yhteyttä päivystäjään laitosyksikön turbiinipikasuulusta aiheutuneen tehonalennuksen johdosta. Tapahtumalla ei ollut merkitystä laitosyksikön turvallisuuden kannalta. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevia tapahtumia kuvataan luvussa 2. Päivystäjä vastaanotti viisi ilmoitusta, jotka liittyivät säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mittausasemilla Suomessa. Ilmoitukset aiheutuivat vikaantuneista mittareista tai häiriöistä mittausasemia ohjaavissa tietokoneissa. Lisää tietoa Suomen säteilyvalvonnasta löytyy luvusta 6. Kansainvälisiä yhteyskokeiluja STUKin hälytysnumeroihin tuli viisi kappaletta. Lisäksi päivystäjä vastaanotti kahdeksan ilmoitusta, jotka liittyivät erilaisiin kotimaisiin ja kansainvälisiin tiedonantoihin, kyseilyihin ja vikasanomiin.

#### Leningradin ydinvoimalaitoksen valvontaverkko

STUKin päivystäjä sai vuosineljänneksellä yhden ilmoituksen Leningradin ydinvoimalaitoksen ympäristössä sijaitsevalta säteilyn mittausasemalta. Ilmoitus aiheutui mittarin teknisestä viasta.

Leningradin ydinvoimalaitoksen laitosalueella ja ympäristössä on yhteensä 26 ulkoisen sätei-

lyn mittausasemaa, joiden mittaustulokset tulevat Suomeen satelliitin välityksellä. Laitosalueen ulkopuolisilta asemilta hälytys tulee samalla tavalla kuin Suomen asemilta suoraan STUKin päivystäjälle.

### 7.2 Muut merkittävät valmiustoimintaan liittyvät asiat

#### Suomen osuus kansainvälisen INEX 3 -harjoituksen yhteenvetoon valmistui

STUK järjesti yhteistyössä useiden kotimaisten tahojen kanssa myöhäisvaiheen säteilytilannetta koskevan harjoituksen tammi-helmikuussa 2005 (katso Ydinturvallisuus, Suomi ja lähialueet, Neljännesvuosiraportti 1/2005). Kyseessä oli OECD-maiden ydinenergiajärjestön NEA:n organisoima kansainvälinen INEX 3 -harjoitus, joka toteutettiin vuoden aikana useissa maissa. Maat valitsivat itse harjoitusajankohdan ja saastumisen aiheuttajan huomioiden NEA:n antamat harjoitustavoitteet.

Suomen harjoitus oli ensimmäinen kyseisistä harjoituksista. Kansallinen harjoitusraportti valmistui kesäkuussa 2005 ja Suomen osuus kansainvälistä yhteenvettoa varten tammikuussa 2006. Työ harjoitustulosten hyödyntämiseksi ja jatkotyön käynnistämiseksi esille tulleiden kehitystarpeiden pohjalta jatkuu kansainvälisellä tasolla toukokuussa 2006 pidettävässä NEA:n järjestämässä seminaarissa sekä kansallisella tasolla syksyllä 2006.

## 8 Tutkimus

Raimo Mustonen

### 8.1 Valmistuneet hankkeet

STUK tekee yleistajuisen tiivistelmän kaikista julkaisemistaan kansainvälisistä tai kotimaisista alkuperäisjulkaisuista tiedotusvälineiden ja tutkimusaiheista kiinnostuneiden käyttöön. Seuraavassa on lyhyet kuvaukset vuoden 2006 ensimmäisen neljänneksen aikana ilmestyneistä alkuperäisjulkaisuista.

*Kurtio P, Salonen L, Ilus T, Pekkanen J, Pukkala E, Auvinen A. Well water radioactivity and risk of cancers of the urinary organs. Environmental Research 2006. Epub 2006 Jan 31. doi:10.1016/j.envres.2005.12.010.*

Säteilyturvakeskuksen, Kansanterveyslaitoksen ja Suomen Syöpärekisterin tutkimuksessa selvitettiin suomalaisten porakaivovesien käyttäjien säteilyaltistumista ja syöpävaaraa. Porakaivonkäyttäjillä todettujen virtsarakko- ja munuaissyöpätapausten altistumista juomaveden radioaktiivisille aineille verrattiin muiden porakaivonkäyttäjien altistumiseen. Tutkimukseen valittiin kaikki porakaivonkäyttäjillä todetut virtsarakko- ja munuaissyöpätapaukset vuosilta 1981–1995 sekä vertailuhenkilöt, joiden käyttämästä kaivosta saatiin vesinäyte. Tässä aineistossa 8 % porakaivovesistä ylitti radonin laatusuosituksen (1000 Bq/l). WHO:n suositushjearvo uraanille (15 µg/l) ylittyi 12 %:ssa kaivoista. Porakaivovedenkäyttäjät altistuvat radioaktiivisille aineille enemmän kuin vesilaitosten tai rengaskaivojen vettä käyttävät. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan havaittu yhteyttä porakaivoveden radonille, radium-226:lle tai uraanille altistumisella ja syöpäriskillä.

*Rahu M, Rahu K, Auvinen A, Tekkel M, Stengrevics A, Hakulinen T, Boice Jr JD, Inskip PD. Cancer risk among Chernobyl cleanup workers in Estonia and Latvia, 1986–1998: a cohort study. Epub 2006 Jan 23. International Journal of Cancer 2006; 119 (1): 162–268.*

Seurantatutkimuksessa arvioitiin Virosta ja Latviasta Tsernobylin ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen alueelle puhdistustöihin lähetettyjen noin 10 000 työntekijän syöpävaaraa. Puhdistustöissä olleet saivat keskimäärin 100–150 mSv suuruisen säteilyannoksen vuosina 1986–1988. Heidän joukossaan todettiin 10 vuoden aikana yhteensä 155 syöpätapausta, mikä vastasi muun väestön syöpäilmaantuvuutta. Säteilyn herkimmin aiheuttamista syöpätyypeistä todettiin seitsemän kilpirauhassyöpää, mikä ylittää odotusarvon. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Viron kansanterveysinstituutin, Latvian syöpärekisterin, Säteilyturvakeskuksen, Suomen Syöpärekisterin ja Yhdysvaltain Kansallisen Syöpäinstituutin kanssa.

*Saxén R, Sundell J. <sup>137</sup>Cs in freshwater fish in Finland since 1986 – a statistical analysis with multivariate linear regression models. Journal of Environmental Radioactivity 2006; 87 (1): 62–76.*

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tilastolliseen analyysiin perustuva alueellinen malli kalojen <sup>137</sup>Cs-pitoisuuksien arvioimiseksi mahdollisessa uudessa laskeumatilanteessa. Analysoinnin teki mahdolliseksi STUKissa tuotettu laaja järvikalojen <sup>137</sup>Cs-tulosaineisto (yli 7000 analysoitua näytettä) eri vesistöalueilta. Tuotetuilla malleilla ei voida arvioida tarkasti kalojen <sup>137</sup>Cs-pitoisuuksia järvi-

kohtaisesti, mutta niillä voidaan arvioida  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksien tasot, mitkä kaloissa tulevat eri aikoina esiintymään suurilla vesistöalueilla Suomessa, jos leviää uusi samantapainen laskeuma kuin 20 vuotta sitten Tshernobylistä.

Röttger A, Honig A, Schmidt V, Buchröder H, Rox A, Butterweck G, Schuler Ch, Maringer FJ, Jachs P, Edelmaier R, Michielsen N, Howarth CB, Miles JCH, Vargas A, Ortega X, Burian I, Turtiainen T, Hagberg N. Radon activity concentration – a Euromet and BIPM supplementary comparison. *Applied Radiation and Isotopes* 2006. Epub 2006 Mar 31. doi:10.1016/j.apradiso.2006.02.086.

Ensimmäistä kertaa Eurometin piirissä järjestettiin radonin aktiivisuuskonsentraatioiden vertailu, johon osallistui 12 laboratoriota yhdeksästä maasta. Projektissa vertailtiin kolmea referenssipitoisuutta 1, 3 ja 10 kBq m<sup>-3</sup> siirrettävän laitestandardin avulla. Useimpien osallistuneiden laboratorioden tulokset korreloivat, koska radonin aktiivisuuspitoisuus jäljittyy samaan radonkaasustandardiin. Tämän vuoksi tarvittiin huolellista korrelaatioanalyysiä, jotta voitiin laskea vertailun oikea referenssiarvo. Julkaisussa kuvataan vertailun tulokset sekä tuloksiin liittyvä monivaiheinen korrelaatioanalyysi sekä esitetään niistä vedettävät päätelmät.

Valmari, T, Lehtimäki M, Taipale A. Filter Clogging by Bimodal Aerosol. *Aerosol Science & Technology* 2006; 40: 255–260.

Suodatinkeräys on yleisin menetelmä kerättäessä näytteitä ulkoilman hiukkasista. Radioaktiivisia aineita tutkittaessa pyritään havaitsemistehokkuuden parantamiseksi usein suuriin näytemääriin käyttämällä suurta ilmapvirtausta (suurteho-keräimissä yli 100 m<sup>3</sup>/h) ja/tai pitkää näytteenkeräysaikaa. Suodattimelle kerättävän näytteen kokoa rajoittaa se, että kerätyt hiukkaset lopulta tukkivat sen. Tässä työssä suodattimia kuormitettiin laimennetulla dieselmoottorin pakokaasulla (<1µm pienhiukkasia) ja/tai aerosoligeneraattorilla tuotetulla karkeita hiukkasia sisältävällä ilmallä. Tulokset osoittavat, että perinteinen tapa testata suodattimia yhdenkokoisilla testihiukkasilla

ei tavoita kaikkia oleellisia tukkeutumiseen vaikuttavia tekijöitä. Työssä myös havainnollistettiin, kuinka varsinaisen suodattimen eteen sijoitettu harva esisuodatin tehokkaasti hidastaa tukkeutumista kun kerätään karkeita hiukkasia tai pienten ja karkeiden seosta. Pienhiukkasista saastunutta kaupunki-ilmaa kerättäessä siitä ei ole apua.

Laine A O, Mattila J, Lehtikoinen A. First record of the brackish water dreissenid bivalve *Mytilopsis leucophaeata* in the northern Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 2006; 1: 38–41.

Loviisasta on löydetty pohjoisella Itämerellä aiemmin havaitsematon laji, valekirjosimpukka (*Mytilopsis leucophaeata* (Conrad 1831), Conrad's false mussel). Vuonna 2003 Loviisan voimalaitoksen ympäristötarkkailujen yhteydessä havaittiin simpukoiden voimakasta lisääntymistä jäähdytysveden purkualueella. Simpukkahavainnot liitettiin aluksi vaeltajasimpukkaan (*Dreissena polymorpha*), joka on levinnyt ja lisääntynyt viimevuosien aikana itäisellä Suomenlahdella. *M. leucophaeata* on vaeltajasimpukoiden heimoon (*Dreissenidae*) kuuluva laji, jonka alkuperäinen levinneisyysalue on Pohjois-Amerikassa Meksikonlahden alueella. Tulokaslajina sitä tavataan Länsi-Euroopassa (Alankomaat, Saksa, Ranska, Iso-Britannia) sekä Mustanmeren alueella. Simpukkalaji on levinnyt Loviisan meri-alueelle todennäköisesti laivojen painovesilastien mukana. Valekirjosimpukka on löytänyt suotuisat elinolosuhteet voimalaitoksen jäähdytysveden purkualueelta, missä simpukkaesiintymät ovat erittäin tiheitä. Länsi-Euroopassa valekirjosimpukka on aiheuttanut merkittävää jäähdytysvesijärjestelmien biologista likaantumista.

Pöllänen R, Siiskonen T. High-resolution alpha spectrometry under field conditions – fast identification of alpha particle emitting radionuclides from air samples. *Journal of Environmental Radioactivity* 2006; 87: 279–288.

Suoran alfaspektrometrian avulla voidaan nopeasti havaita ilmassa olevia alfasäteilyä lähettäviä aineita. Nopea havaitseminen perustuu näytteen keräämiseen suodattimelle ja välittömästi keruun jälkeen tehtävään alfaspektrin mittauk-



seen ja analyysiin. Tutkimuksessa verrataan kahta erityyppistä suodatinmateriaalia ja osoitetaan, että  $^{239}\text{Pu}$ :n osalta voidaan päästä havaitsemisrajaan  $0.1 \text{ Bq/m}^3$  kahdessa tunnissa näytteenkeruun aloittamisesta. Mikäli keruu tehdään kalvosuodattimen avulla, voidaan päästä vielä parempaan havaitsemisrajaan. Säteilyturvakeskuksen liikkuvaan laboratorioon on asennettu nopeaan havainnointiin kykenevä keruu- ja mittauslaitteisto.

*Pöllänen R, Siiskonen T. Minimum detectable activity concentration in direct alpha spectrometry from outdoor air samples: continuous monitoring versus separate sampling and counting. Health Physics 2006; 90: 167–175.*

Artikkelissa verrataan kahta suoraan alfaspektrometriaan perustuvaa menetelmää, joilla voidaan nopeasti havaita alfasäteilyä lähettäviä aineita ilmasta: 1) radioaktiivisia hiukkasia kerätään ja alfaspekttriä mitataan samanaikaisesti, 2) näytteenkeruu ja -mittaus tehdään erikseen. Jatkuvatoinen alfaspektrometria on tarkasteluista menetelmistä nopeampi silloin, kun alfasäteilyä lähettävien radionuklidien aktiivisuuspitoisuus ilmassa on suuri. Sen sijaan kun pitoisuus on lähellä havaitsemisrajaa, on erilliseen näytteenkeruuseen ja spektrinmittaukseen perustuva menetelmä herkempi.

*Siiskonen T, Pöllänen R. Alpha-electron and alpha-photon coincidences in high-resolution alpha spectrometry. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 2006; 558 (2): 437–440.*

Vaativat alfaspektrometriset menetelmät, kuten  $^{239}\text{Pu}$  ja  $^{240}\text{Pu}$  isotooppien erottelu toisistaan, edellyttävät tarkkaa tietoa mitatun energiaspektrin muotoon vaikuttavista tekijöistä. Työssä tutkittiin erikseen alfa-elektroni- ja alfa-fotonisummautumisen vaikutusta alfapiikin muotoon käyttämällä hyväksi aiemmin STUKissa kehitettyä AASI-simulointiohjelmistoa. Vertailu mittauksiin osoitti, että AASI-ohjelmisto on käyttökelpoinen summautumisilmiötä ennustaessa ja analysoitaessa.

Simulointeja voidaan käyttää hyväksi myös uusia alfaspektrin analyysiohjelmistojen kehittäessä.

*Kosunen A, Komppa T, Toivonen M. Evaluation of methods to estimate the patient dose in interventional radiology. Radiation Protection Dosimetry 2005; 117 (1–3): 178–184.*

Julkaisu on katsaus röntgendiagnostiikan ja toimenpideradiologian dosimetrisiin menetelmiin. Menetelmien ja mittalaitteiden lisäksi tarkastellaan röntgendiagnostiikassa käytettäviä mittaussuureita ja arvioidaan mittaustarkkuuksia. Erityisesti käsitellään paikallisen ihoannoksen määrittystä. Katsauksessa ei käsitellä tietokonetomografian dosimetriä eikä elinannosten määrittystä. Tarkastelussa esitellään mm. IEC:n dosimetriastandardien ja muiden kansainvälisten ohjeiden erilaiset tarkkuustavoitteet. Läpivalaisututkimuksissa ja radiologisissa toimenpiteissä suurimman ihoannoksen paikan määrittäminen ja mittaaminen on hankalaa eikä ihoannoksen suurinta arvoa voida määrittää ainoastaan säteilykeilasta monitoroitavien mittaussuureiden avulla. Tekijät arvioivatkin laskennallisten dosimetristen menetelmien kehittyvän yhdessä toimenpideradiologian röntgenlaitteiden kanssa. Julkaisu liittyy EU:n DIMOND III -tutkimusprojektiin (FIGM-CT-2000-00061).

*Tapiovaara M. Image quality measurements in radiology. Radiation Protection Dosimetry 2005; 117 (1–3): 116–119.*

Radiologiassa tarvitaan kuvanlaadun mittauksia useisiin tarkoituksiin: laitteiden kehittämiseen, suorituskyvyn spesifointiin, laitteiden vastaanotto- ja vakioisuustestaukseen sekä röntgenyksiköissä käytettävän kuvantamistekniikan optimointiin. Tavallisimmin kuvanlaatua arvioidaan subjektiivisesti potilaista tai testifantomeista otetuista kuvista, mutta kuvanlaatua on mahdollista arvioida myös objektiivisten, fysikaalisten mittausten perusteella. Artikkelissa tarkastellaan eri mittausmenetelmiä, niillä saavutettavaa mittaustarkkuutta ja niihin liittyviä ongelmia.

Zanca F, Jacobs J, Pöyry P, Van Ongeval C, Carton, AC, Deprez T, Marchal G, Bosmans H. *Development and implementation of a user friendly and automated environment for creation of databases of digital mammograms with simulated microcalcifications. In book: Jiang Y, Eckstein MP. (Eds.). Image perception, observer performance, and technology assessment. Proceedings of SPIE (The International Society for Optical Engineering), 17 March 2006. Medical Imaging 2006.*

Julkaisussa kerrotaan Leuvenissa kootusta mammografia- ja mikrokalkkikuvien tietopankista ja kehitetyistä mikrokalkkien simulointi- ja analysointiohjelmista. Simuloituja mikrokalkkeja sisältäviä digitaalisia mammografiakuvia (raakakuvia) voidaan käyttää useisiin tarkoituksiin: esim. tekniset mittaukset, laadunvarmistus sekä prosessoinnin ja monitorien testaus. Tietopankkia varten kerättiin kolmella eri laitteella kattava valikoima erityyppisiä digitaalisia mammografiakuvia (eri paksuus ja koostumus). Toiseen tietopankkiin koottiin kattava otos kuvia erityyppisistä mikrokalkkeista (eri koko, morfologia ja muoto). Jotta

mikrokalkkien simulointi mammografiakuviin voitaisiin tehdä nopeasti ja laajassa mittakaavassa, tätä varten kehitettiin automatisoitu simulointiohjelma, jonka avulla mikrokalkkien simulointi mammografia kuviin on helppoa. Mikrokalkkien simulointia varten tarvittiin laitteilla saatavat alumiini vaimennuskäyrät ja modulaation siirtofunktiot (MTF). Toista kehitetyistä ohjelmista käytetään kuvien analysointiin. Kohteiden näkyvyys tarkastelun suorittaa radiologit ja tässä heidän työtä helpottamaan kehitetyssä ohjelmassa he voivat vain klikata kohtaa, jossa epäillään olevan mikrokalkki ja samalla voidaan arvioida sen tyyppi yms.

## 8.2 Ilmestyneet artikkelit ja raportit

Vuoden 2006 ensimmäisen neljänneksen aikana ilmestyneet STUKin tutkimustoimintaan liittyvät julkaisut ja raportit löytyvät STUKin verkkosivuilta osoitteesta [www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/) (kansainväliset julkaisut, proceedings-julkaisut ja tutkimusjulkaisut).

## 9 Lähialueen ydinvoimalaitokset

*Heikki Reponen*

Suomen ja Venäjän välisen tietojenvaihtosopimuksen perusteella STUK saa viipymättä tiedon kaikista turvallisuuteen vaikuttavista merkittävistä tapahtumista Suomen lähialueella sijaitsevilta Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitoksilta. Tämän lisäksi Venäjän turvallisuusviranomaisen Rostekhnadzorin paikallistarkastajat näiltä laitoksilta vierailevat puolivuositain STUKissa raportoimassa käyttötapahtumista. Vierailut toteutetaan ulkoasiainministeriön rahoittaman lähialueyhteistyön puitteissa ja niissä käsitellään laajasti Leningradin ja Kuolan laitosten käyttöä ja turvallisuusvalvontaa koskevia asioita. Käytäntö pitää suomalaiset asiantuntijat selvillä lähiydinvoimalaitosten turvallisuuden kehittymisestä ja antaa taustatietoa turvallisuusyhteistyön suuntaamiseen.

Ohessa esitettävät tiedot laitostapahtumista vuoden 2006 ensimmäiseltä neljännekseltä on koottu eri lähteistä. Mikään tapahtuma ei vaarantanut laitossyksiköiden turvallisuutta eikä yltänyt kansainvälisen INES-asteikon piiriin.

Muilta osin ulkoasiainministeriön rahoituksella tehtävää lähialueyhteistyötä Venäjän ydinturvallisuuden parantamiseksi esitellään STUKin verkkosivuilla ([www.stuk.fi/ydinturvallisuus/lahialueyhteisty/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/lahialueyhteisty/)).

### Leningradin ydinvoimalaitos

Laitossyksiköt yksi, kolme ja neljä olivat sähkön-tuotannossa ilman häiriöitä käytännössä täydellä teholla.

Leningradin ydinvoimalaitoksen kakkosyksiköllä jatkui ykkösyksiköllä jo aiemmin toteutetun mallin mukainen laaja, käyttöiän jatkamiseen tähtäävä modernisointiseisokki, joka jatkuu aina vuoden 2006 loppupuolelle asti.

Sosnovyi Borissa järjestettiin 29.3.2006 ympäristön turvallisuutta koskevan lain mukainen yleinen kuuleminen aiheena Leningradin ydinvoi-

malaitoksen käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden varastojen rakentaminen. Olemassa olevaa vesiallasratkaisuun perustuvaa käytetyn polttoaineen välivarastoa ollaan laajentamassa kuivavarasto-osuudella. Laajennus on tarkoitettu saadaan käyttöön ensi vuonna. Myös jätevarastojen rakentaminen on vireillä. Kokouksen järjestäneet ydinvoimalaitos ja Sosnovyi Borin kaupunki katsoivat saaneensa kokouksen tuen hankkeiden etenemiselle.

### Kuolan ydinvoimalaitos

Kuolan voimalaitoksen tuotanto jatkui sähköntarpeen vähäisyyden takia kolmen yksikön kapasiteetilla. Käytännössä kaikki neljä yksikköä olivat toiminnassa, mutta kaksi reaktoria toimi puolella teholla. Kolmosyksiköllä alkoi 9.3.2006 suunnitelmien mukainen 40 vuorokauden pituinen polttoainenvaihto- ja huoltoseisokki.

Rakenteilla olevan nestemäisten radioaktiivisten jätteiden käsittelylaitoksen käyttöönottoon valmistauduttiin.

Voimalaitoksen solmimien kaupallisten sopimusten perusteella Fortum Servicen asiantuntijat kävivät opastamassa laitoksen henkilöstöä turbiinin endoskooppitähystystarkastusten suorittamisessa. Vastaavasti Eriste Oy:n asiantuntijat kävivät opastamassa turbiinipuolen laitteiden lämpöeristämisessä.

Suomen valtion rahoittamassa lähialueyhteistyöohjelmassa Polartest Oy:n edustajat kävivät pitämässä kurssin rikkomattoman aineenkoetuksen menetelmistä.

Maaliskuun alussa Kuolan ydinvoimalaitoksen palokunta sai voimayhtiön rahoittamana kolme uutta sammutusajoneuvoyksikköä – vaahtosammutusauton, säiliöauton ja palovesipumppausyksikön.

Työt uuden 80 km pituisen siirtolinjan rakentamiseksi voimalaitokselta Kantalahden eteläpuo-

lelle Knjazhegubskajan muuntoasemalle jatkuivat. Osuuden on määrä valmistua tämän vuoden kuluessa ja linjaa on tarkoitus jatkaa edelleen kohti Pietaria.

Murmanskissa järjestettiin 22.–24.3.2006 kansainvälinen kokous Murmanskin alueen ydin- ja

säteilyturvallisuusongelmista. Kokouksessa käsiteltiin erityisesti yleisölle tiedottamisen muotoja ja menetelmiä ja avattiin asiaan liittyvä tietoportaali <http://atom.kolaland.ru>. Tulossa on myös erityinen tiedotuskeskus, joka sijoitetaan maailman ensimmäiseen ydinjäänmurtajaan Leniniin.

## LIITE 1

## YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Kuva: Fortum Power and Heat Oy

Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



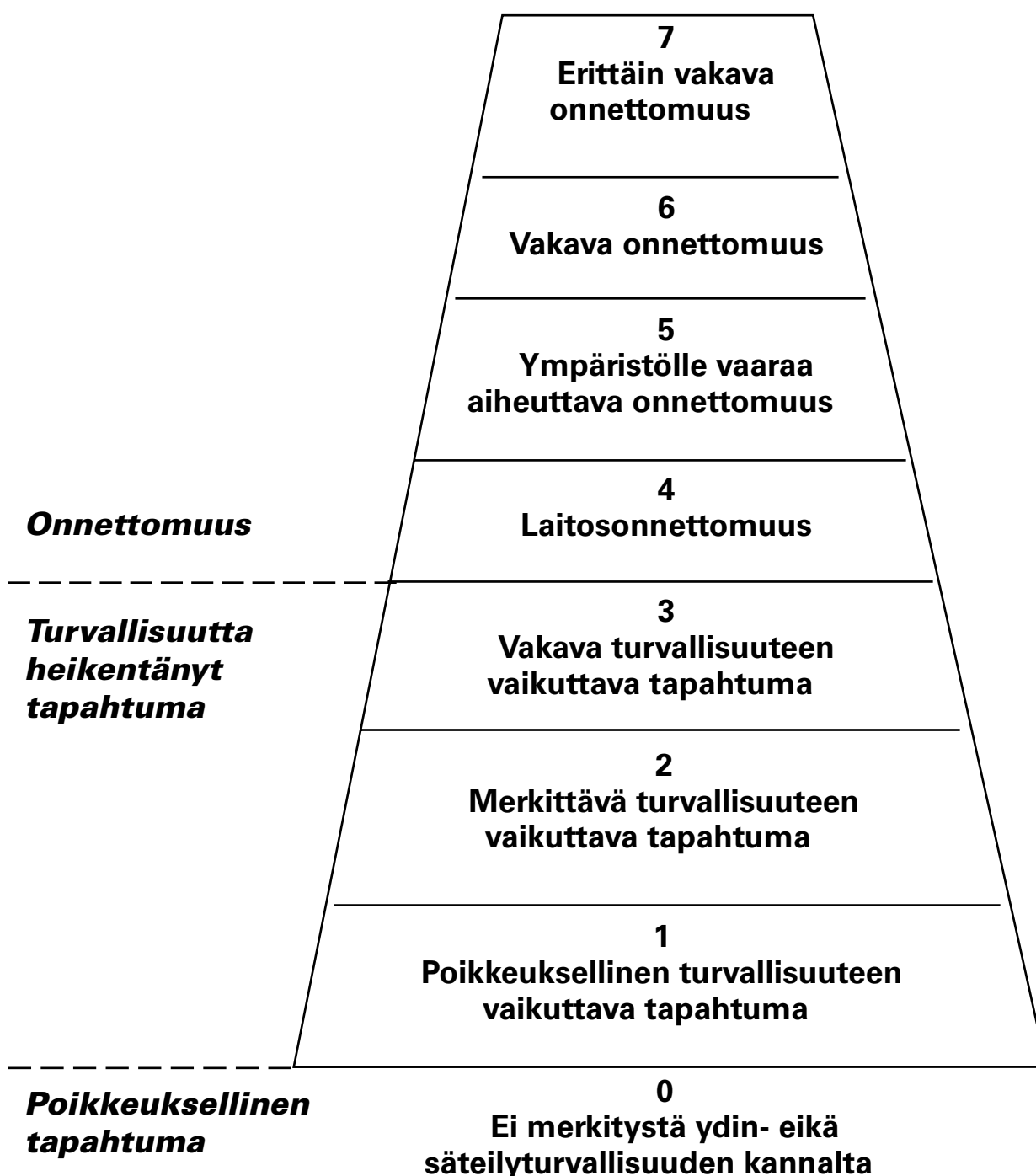
Kuva: Teollisuuden Voima Oy

Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 3	Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005		n. 1600 (netto)	Painevesireaktori (PWR), Framatome ANP – Siemens AG

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oy Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

## Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

[www-news.iaea.org/news](http://www-news.iaea.org/news)



**LIITE 3****VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA STUKISSA**

Valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvonta sisältää seuraavassa taulukossa esitettävät toiminnot. Valvontatulokset raportoidaan vuosittain seuraavan vuoden alkupuoliskolla suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi yhdessä muiden säteilyvalvontaa

toteuttavien laitosten tulosten kanssa. Tulokset viedään niiden valmistuttua STUKin [www-sivuille](http://www.stuk.fi), jossa esitetään myös lisätuloksia mm. elintarvikkeiden aktiivisuuksista.

Valvontakohde	Valvontapaikat	Mitataan	Frekvenssit
Ulkoisen säteily	n. 290 automaattiasemaa	Annosnopeus, $\mu\text{Sv/h}$	Jatkuva
Ilman radioaktiivisuus	Helsinki, Kotka, Imatra, Kuopio, Rovaniemi, Kajaani, Sodankylä, Ivalo (8 paikkaa)	Gammasäteilijät	1–7 näytettä viikossa
Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus	Ilmatieteen laitos toteuttaa		
Laskeuman radioaktiivisuus	Helsinki, Kotka, Imatra, Kuopio, Rovaniemi, Kajaani, Sodankylä, Ivalo (8 paikkaa)	Gammasäteilijät, Sr-90	1 näyte kuukaudessa
Pintaveden aktiivisuus	Kymijoki, Oulujoki, Kemijoki	Gammasäteilijät	4 näytettä vuodessa
Juomaveden aktiivisuus	Helsinki, Turku, Tampere, Oulu, Rovaniemi	H-3, Sr-90, gammasäteilijät	2 näytettä vuodessa
Maidon aktiivisuus	Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Seinäjoki, Rovaniemi (meijerit)	Gammasäteilijät, Sr-90	1 näyte viikossa
Elintarvikkeiden aktiivisuus	Helsinki, Tampere, Rovaniemi (keskussairaalat+erityiselintarvikkeet <sup>1)</sup> )	Gammasäteilijät, Sr-90	2 näytettä vuodessa + erityiselintarvikkeet
Ihmisen aktiivisuus	Helsinki, Tampere, Rovaniemi	Gammasäteilijät	Kerran vuodessa
Itämeren radioaktiivisuus <sup>2)</sup>	Useita valvontapaikkoja ja mitattavia kohteita		

1) Vuonna 2002 tehdyn sidosryhmäkyselyn tuloksena lisätään valvontaohjelmaan näillä kolmella paikkakunnalla tehtävät kaupan olevien erityiselintarvikkeiden radioaktiivisuusmittaukset.

2) Yhteenveto Itämeren suojelusopimuksen edellyttämän valvonnan tuloksista (HELCOM/MORS)..